



HAL
open science

Hyperloop : le droit et le devoir de douter...

Yves Crozet

► **To cite this version:**

Yves Crozet. Hyperloop : le droit et le devoir de douter.... Le Rail, 2016, 225-226, pp.32-35. halshs-01394646

HAL Id: halshs-01394646

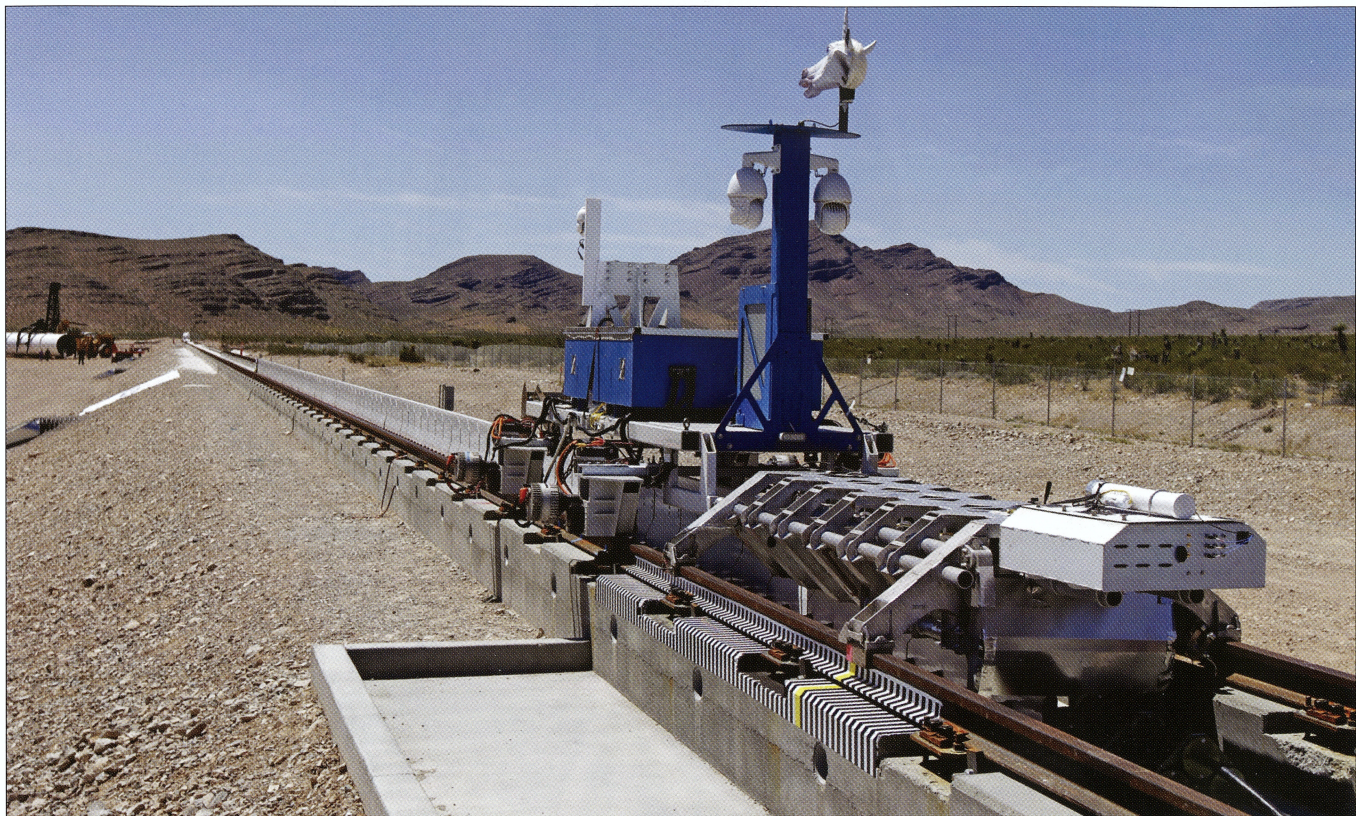
<https://shs.hal.science/halshs-01394646>

Submitted on 21 Dec 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Hyperloop: le droit et le devoir de douter...



Directeur général de la startup Hyperloop One, Rob Lloyd, en est convaincu: «Nous transporterons du fret en 2019 et nous pensons que nous aurons des voyageurs transportés en sécurité par Hyperloop en 2021»

Etats-Unis

Avant même d'avoir testé le premier véhicule, en mars dernier, Hyperloop Transportation Technologies annonçait la signature d'un accord avec la Slovaquie en vue d'y construire une liaison Hyperloop et le lancement d'études de faisabilité pour des projets similaires en Finlande, en Suède, aux Pays-Bas, en Grande-Bretagne, à Dubaï... Courant juin, la société annonçait un partenariat avec la société russe Summa Group dont les activités tournent autour des ports et du pétrole. Cet accord vise à explorer la faisabilité d'une ligne Hyperloop rattachée aux systèmes de transports de Moscou.

C'est comme si c'était fait! Les journaux les plus sérieux (*Les Echos*) nous annoncent que le premier test du prototype Hyperloop dans le désert du Nevada est un succès. Le projet futuriste d'Elon Musk se concrétise. Un véhicule terrestre de transport collectif va bientôt se déplacer à 1 000 km/h entre San Francisco et Los Angeles. Comme pour donner du crédit à cette information, la SNCF, via sa filiale Systra, va devenir

partenaire du projet. Déjà les journaux de province emboîtent le pas. Le Progrès, journal de la région lyonnaise, nous annonce que le temps de parcours entre Lyon et Saint-Etienne va être ramené à 8 minutes!

Que penser de ces promesses, sommes-nous vraiment à la veille d'un progrès technique majeur qui marquerait l'obsolescence à la fois du TGV et du transport aérien de courte et moyenne distance? La réponse est négative pour de multiples

raisons. Pour les comprendre, il faut éviter de se transformer en chambre d'écho de la communication d'Elon Musk. De fait, quelques questions élémentaires sur les aspects oubliés du projet font que douter n'est pas seulement un droit, c'est un devoir.

“Economie du politique” : le rôle clé des occurrences impossibles...

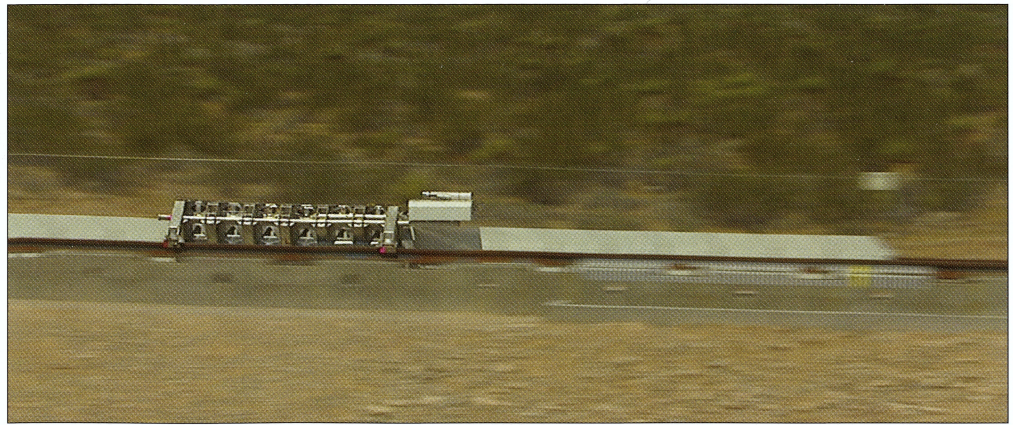
Dans le jargon des économistes anglo-saxons contem-

porains, l'expression “political economy” ne désigne plus l'économie politique au sens large, comme dans la tradition française. Cette “économie du politique” analyse les justifications politiques d'un projet que le seul calcul économique aurait tendance à rejeter du fait d'une utilité sociale faible, voire négative. Il s'agit donc d'une approche critique soulignant combien les projets purement politiques nous éloignent de la rationalité écono-

mique. Il peut s'agir d'études *ex post* comme celles qui montrent les coûts pour la collectivité des mégaprojets. Elles ont l'intérêt de mettre au grand jour les ressorts d'une décision publique biaisée, en ce sens que certains intérêts particuliers ont été travestis pour être présentés comme l'intérêt général. Ce qu'elles nous apprennent est que la promotion de tels projets s'efforce de susciter l'adhésion en recourant à une vieille "ficelle" très efficace politiquement: faire miroiter des occurrences impossibles.

Une fois en possession de cette grille de lecture, il est possible de l'utiliser *ex ante*. Ainsi, toutes les LGV encore sur la table en France sont réputées créatrices d'emplois et facteurs de croissance économique¹. Lorsque le président Sarkozy a présenté le projet du Grand Paris, en avril 2009, il a indiqué que grâce à ce nouveau réseau de métro automatique, chaque habitant d'Ile-de-France gagnerait 30 minutes par jour de temps de transport! Quand ils veulent justifier le projet de canal Seine-Nord, ses promoteurs nous font croire que cela va réduire le nombre de camions sur l'autoroute A1. A chaque fois, l'astuce rhétorique est la même. Un vrai problème est mis en avant (le chômage et la faible croissance, les temps de parcours élevés des Parisiens, la congestion sur l'autoroute A1) et une baguette magique (TGV, métro, canal...) est proposée pour le résoudre.

A l'aune de cette "économie du politique", Hyperloop est un cas d'école à présenter aux étudiants. Au départ, il y a le projet de TGV californien, soutenu depuis huit ans par le président Obama et par des collectivités territoriales comme la ville de San Francisco qui s'est lancée dans un ambitieux programme de rénovation et de requalification autour de la gare centrale. La SNCF suit de près ces travaux et a installé sur place une équipe qui effectue un intense lobbying. Mais le projet a du mal à se concrétiser car il est très coûteux (près de 50 milliards €) et il se heurte à de multiples oppositions, notamment celle des propriétaires le long du tracé.



Un "traîneau" a été testé le 11 mai dernier sur une voie de 457 m de long, non loin de Las Vegas. Objectif: prouver que le système de propulsion de l'Hyperloop était réaliste



En quelques secondes à peine, un traîneau monté sur des patins métalliques posés sur deux rails a été lancé à 640 km/h avant d'être freiné par du sable

C'est là qu'intervient Elon Musk. Ayant fait fortune grâce au système Paypal, il s'est lancé ensuite dans de nombreuses innovations de rupture où la vitesse joue un rôle clé: Space X, les voyages spatiaux pour des touristes fortunés, TESLA et la voiture électrique haut de gamme (de 0 à 100 km/h en 3 secondes!).

Or, ce qui est moins connu, c'est que Elon Musk est un gros consommateur d'argent public destiné à subventionner ses recherches ou l'installation de ses usines de batteries (Debord 2015). Le TGV californien, partiellement enlisé, lui est donc apparu comme une proie légitime. Avec ses 300 km/h, il n'offrait pas une vraie option alternative à l'avion et il était possible de détourner les subventions vers un projet plus excitant: un train à 1 000 km/h. Le principe d'une occurrence

impossible est qu'elle doit marquer les esprits². Il fallait donc annoncer une vitesse trois fois supérieure à celle du TGV et proche de l'avion. Il fallait aussi ringardiser les 600 km/h atteints en 2015 au Japon par le prototype de train à sustentation magnétique, le Linear Chuo Shinkansen. Habilement, plutôt que de partir en guerre contre Hyperloop, et conformément à la culture américaine selon laquelle il faut être beau joueur, la SNCF propose de participer à l'aventure. Gageons que ses ingénieurs, parmi les meilleurs au monde, connaissent bien ses limites, présentées ci-dessous.

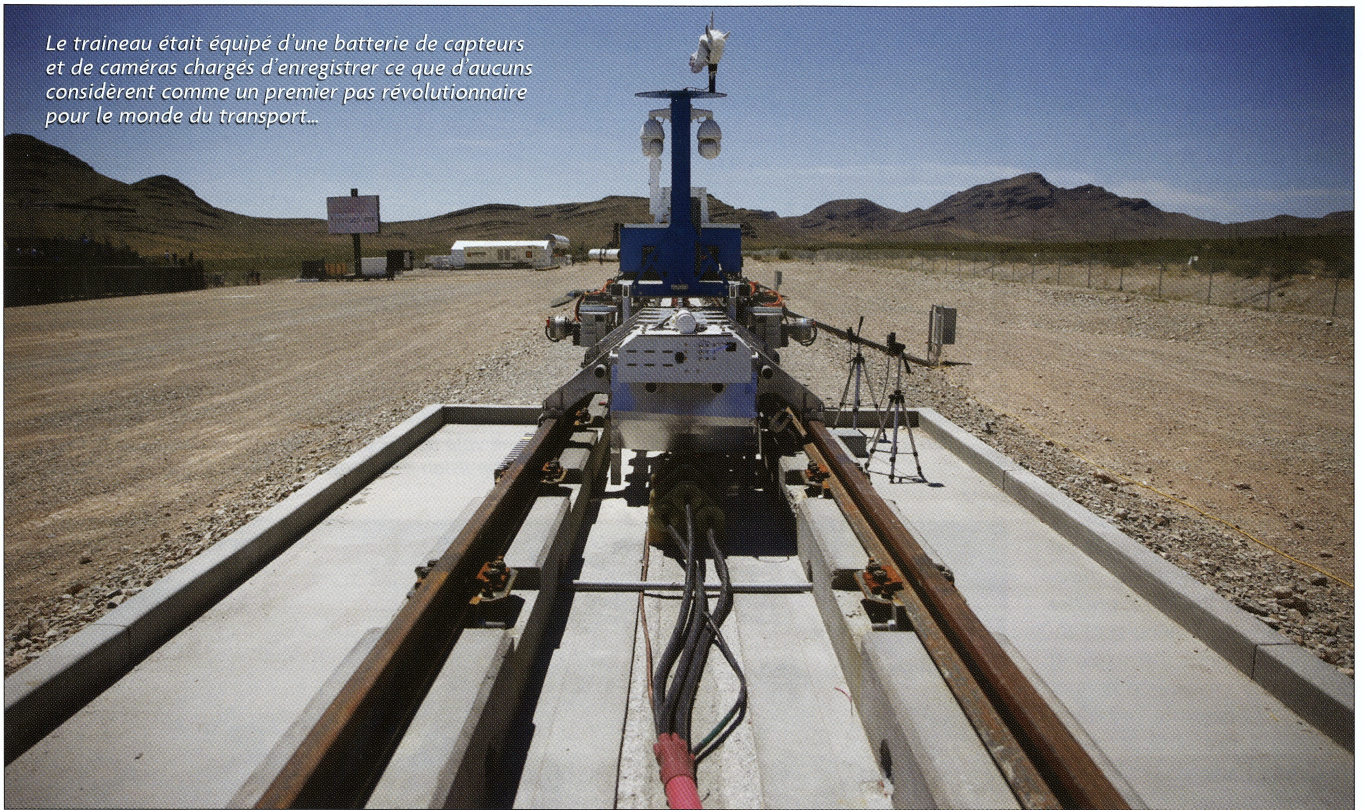
Hyperloop: de la vitesse au débit

La fascination pour la vitesse est ancienne mais à quoi servent les gains de vitesse? N'étant pas ingénieur, nous

ne nous risquerons pas à dire que techniquement, le projet est voué à l'échec. Nous nous interrogeons seulement sur la possibilité de passer du prototype à la diffusion. Et comme il y a beaucoup d'argent public en jeu, la question clé est de savoir si ces gains de vitesse pourront bien se généraliser et profiter au plus grand nombre. Nous sommes ainsi conduits à intégrer une autre variable: le débit.

Pour comprendre cela, revenons aux records de vitesse des automobiles. En 1997, l'Anglais Andy Green, au volant d'une voiture équipée d'un moteur d'avion, un turboréacteur, a atteint la vitesse du son (1 200 km/h) dans le désert de Black Rock, aux Etats-Unis. Cela n'a eu aucun impact sur la circulation automobile dans ce pays où les ingénieurs de trafic ont depuis longtemps expliqué

Le traineau était équipé d'une batterie de capteurs et de caméras chargés d'enregistrer ce que d'aucuns considéraient comme un premier pas révolutionnaire pour le monde du transport...



qu'il existait sur les routes une relation non-linéaire entre le débit et la vitesse. Le débit maximal sur une autoroute est atteint pour une vitesse beaucoup plus faible que la vitesse maximale. Il en va de même pour le transport terrestre. Dans un espace à deux dimensions, plus la vitesse augmente, plus il faut accroître les distances de sécurité entre les véhicules. Ainsi, sur la LGV Paris-Lyon, chaque rame de TGV est séparée d'au moins 4 minutes de la précédente et de la suivante. Cela donne un maximum théorique de 15 trains par heure, concrètement ramené à 12 par la SNCF pour qu'il y ait des temps de respiration dans le graphique. Le débit horaire maximum sur la ligne est donc aujourd'hui de 12 000 voyageurs: 12 rames doubles. Avec les nouveaux systèmes de signalisation ERTMS, on pourra réduire ce délai à 3 min. Si dans le même temps, on accroît un peu la capacité des rames (1 200 voyageurs), il est possible à terme d'atteindre 15 trains par heure de 1 200 voyageurs, soit 18 000 voyageurs par heure.

La vitesse n'est donc qu'une des variables clés à côté de la capacité de chaque train et la distance ou le temps de sécuri-

té entre chaque véhicule. Si la navette Hyperloop ne compte qu'une centaine de voyageurs, pour atteindre un débit de

12 000 voyageurs, il faudrait 120 navettes par heure, soit 2 par minute. Mais un temps de sécurité de 30 secondes entre

des véhicules évoluant à 1 000 km/h est-il réaliste? Se poser la question nous rappelle qu'il ne suffit pas d'aller vite.

■ Les grandes lignes du projet

Hyperloop a été proposé en 2012 comme un concurrent de l'avion et du TGV classique pour la relation San Francisco-Los Angeles. Hyperloop reprend la technologie du Swissmetro, un train à sustentation magnétique, mais au lieu de circuler dans un tunnel, il le ferait dans un tube juché sur des piliers de béton, un peu comme le TGV coréen. Dans ce tube, sous vide d'air, l'Hyperloop serait projeté vers l'avant comme un avion par un propulseur arrière, créant une forte pression, alors qu'à l'avant du véhicule, on instaurerait au contraire une faible pression afin d'atteindre une vitesse tout simplement prodigieuse: 1 102 km/h de vitesse commerciale, soit 30 minutes pour parcourir les 560 km qui séparent les deux grandes villes californiennes! Pour emporter l'adhésion, ses promoteurs indiquent que le coût de réalisation de l'infrastructure ne dépasserait pas 6 milliards USD, soit près de 10 fois moins que le projet actuel de TGV (*California High Speed Rail*) ou 10 M.USD/kilomètres contre plus de 25 M.€ pour la ligne SEA Tours-Bordeaux actuellement en construction. Si de tels chiffres étaient confirmés, la donne serait profondément modifiée. Mais des doutes

subsistent sur le sérieux de tels chiffres et sur la possibilité de réaliser en même temps plusieurs sauts technologiques, séries d'obstacles sur lesquels avait buté le Swissmetro. Depuis plusieurs dizaines d'années, une large communauté internationale d'ingénieurs promeut la sustentation magnétique. La faisabilité technique a été démontrée mais les succès commerciaux sont pratiquement nuls puisque l'Allemagne, en pointe sur ce secteur avec le MagnetBahn, a décidé d'abandonner cette filière à la fin des années 1990. Quant aux Chinois, tout en testant le Maglev pour desservir l'aéroport de Pudong depuis la périphérie de Shanghai, ils ont préféré développer à un rythme accéléré un réseau de grande vitesse ferroviaire "classique".

JR Central (Central Japan Railways Company) développe depuis quelques années le Linéar Chuo Shinkansen. Ses coûts de réalisation sont très élevés et beaucoup de questions subsistent sur son coût énergétique et sur son attractivité commerciale (Crozet 2015). Alors même que JR Central annonce la mise en service de la ligne entre Tokyo et Nagoya en 2027, moyennant un investissement de 73 milliards €... ■

Comme pour l'automobile, le problème clé de la vitesse est le temps de freinage d'une part et la capacité des voyageurs à supporter une forte décélération. Les avions de ligne mettent plusieurs minutes pour passer de 800 à 300 km/h. Ainsi, même en imaginant qu'il n'y aurait que 5 minutes d'écart entre chaque navette se mouvant à 1000 km/h, le débit horaire d'une ligne TGV (12 000 voyageurs) ne pourrait être atteint par Hyperloop qu'avec une capacité de 1 000 personnes par navette.

Le poids devient alors un problème car il limite l'accélération et complique la décélération. La vitesse de croisière est plus longue à atteindre et les distances de freinage s'allongent. En outre, la sustentation magnétique est très gourmande en énergie. Le Linear Chuo Shinkansen est annoncé comme consommant 30% d'énergie en plus que le Shinkansen alors même que la capacité des rames sera inférieure à celles de l'actuel Shinkansen qui comporte 16 voitures. De plus, le Japon a dû arrêter ses centrales nucléaires et dépend totalement des énergies fossiles importées. Des questions techniques, nous sommes ainsi

déplacés vers des questions économiques. Quel sera le prix du trajet pour l'utilisateur et quel sera le coût en subvention pour la collectivité?

La vitesse n'est pas un bon indicateur de progrès

Le problème de la vitesse surgit lorsque son coût la rend inaccessible. Le meilleur exemple en a été donné par l'aviation supersonique. Techniquement, le Concorde était un bon avion qui faisait gagner beaucoup de temps entre Paris et New-York. Ce fut pourtant un échec commercial tout simplement parce que le prix du billet était exorbitant: 11 000 € pour un aller-retour juste avant l'arrêt du service commercial, en 2003. Or, par rapport à un avion subsonique, un tel prix n'avait de sens que pour des voyageurs ayant une valeur du temps supérieure à 50 € par minute, soit 3 000 € de l'heure, plus de 300 fois le SMIC horaire. Le risque est donc grand de voir la recherche de vitesse se faire au prix de larges subventions publiques qui ne profiteraient qu'à quelques heureux privilégiés. Les inquiétudes développées par Ivan Illich (1973), il y a plus de 40 ans, sont ici fondées. S'il n'y a pas de raison de s'oppo-

ser par principe à la recherche de vitesse, comme le faisait cet auteur, il est légitime de chercher à partir de quel moment la vitesse devient prédatrice, source de gaspillage et d'inégalités sociales. C'est l'objectif de la notion de vitesse généralisée qui nous rappelle que l'accroissement de la vitesse physique ne peut être un but en soi.

Compte tenu du coût de la vitesse terrestre, en termes d'énergie et d'infrastructure, les innovations majeures dans les transports sont aujourd'hui celles qui vont améliorer non pas tant la vitesse de déplacement que la qualité et la régularité du service, tout en en réduisant le coût. Dans un monde fini, les innovations doivent d'abord viser cet objectif, réduire les coûts individuels et collectifs de la mobilité. Défions-nous du fétichisme technique attaché à la vitesse. Les compagnies aériennes à bas coûts, les trains régionaux, le covoiturage ou les autocars sur autoroutes nous en apprennent plus sur la mobilité du 21^e siècle que les projets futuristes du type Hyperloop.

En matière de vitesse, nous sommes déjà à un point haut, nous ne pouvons espérer de progrès notables pour la majorité de nos déplacements. Du

fait de la démocratisation de modes de transport comme l'automobile ou l'avion et d'une mobilité qui se fait de plus en plus en zone dense, nous sommes mêmes confrontés à des contraintes de plus en plus fortes sur les vitesses de déplacement de porte à porte. Si l'on ajoute à cela les contrôles de sécurité, à quoi cela servirait-il de faire en trois heures le trajet Paris-New-York si le temps total de pré- et postacheminement est de plus de 4 heures. Les innovations à attendre dans les transports se situent dans les ruptures de charge, les connexions et les systèmes d'information. La vitesse est de plus en plus un leurre. ■

Yves Crozet
Professeur à l'Université de Lyon,
Laboratoire Aménagement
Economie Transports

1 - La région française qui a créé le plus d'emplois de 1990 à 2013 est la Corse (+50%). La région parisienne, la mieux desservie par le TGV, n'a enregistré dans le même temps que +10,8%, devancée par 10 autres régions dont Languedoc-Roussillon, Pays de la Loire, PACA, Midi-Pyrénées et Bretagne, toutes au-dessus de +20%.

2 - Les occurrences impossibles sont le principal carburant des slogans électoraux efficaces, le fameux "Changer la vie" de 1981 en est un bon exemple. L'actuel maire de Saint-Etienne a fait campagne en 2014 en évoquant la mise en place d'un Swissmetro entre Lyon et sa ville...



PRENEZ SOIN DE CE QUE VOUS AVEZ DE PLUS CHER



Propriétaire des technologies de fraisage Linsinger, nous restaurons le profil original de vos rails et en éliminons tous les défauts. Un seul passage de nos trains suffit à rendre vos voies plus sûres, votre infrastructure plus disponible, et remet à zéro le compte à rebours pour le remplacement de vos rails.

CONTACT FRANCE | r.riot@linmag.com | Tel: +33 4 81 16 04 87 | www.linmag.com